

# ADAPTACIÓN DEL CITRANGE TROYER A LOS CONTENIDOS EN CARBONATOS TOTALES Y CALIZA ACTIVA DEL SUELO

□ Pons, J. <sup>(1)</sup>; Reverter, A. J. <sup>(2)</sup>; Pastor, J. <sup>(1)</sup> y Forner, J. B. <sup>(3)</sup>

Los patrones de cítricos ensayados en todo el mundo han sido muy numerosos, aunque en la realidad, los que han acabado siendo utilizados de manera comercial con cierta importancia son solamente unos pocos. Durante la historia de la citricultura, cada país o área productora de cítricos ha ido seleccionando aquellos patrones que mejor se adaptaban a sus condiciones edafo-climáticas, y que mejores características inducían en las variedades cultivadas habitualmente en cada zona.

De todas maneras hay que considerar que todos los patrones que se utilizan tienen ventajas e inconvenientes, y que por tanto, el patrón perfecto no existe. Además, y

precisamente por esto, hay que evitar el uso masivo de un solo patrón en áreas extensas, aunque parezca que éste sea el mejor de todos o aunque esté muy bien adaptado a la zona, porque en cualquier momento puede introducirse desde cualquier lugar del mundo una nueva enfermedad que ataque a ese patrón y que acabe con toda la citricultura de la zona.

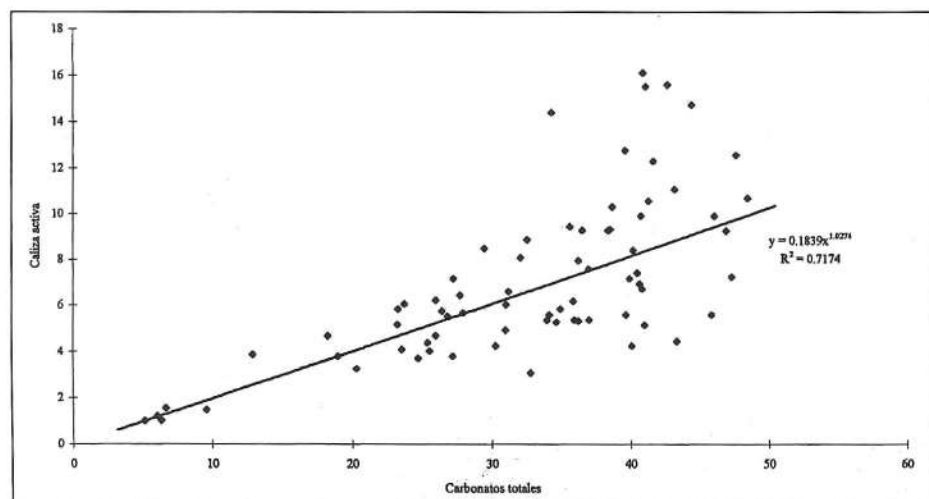
Un ejemplo claro de esta circunstancia ha sido el caso de la citricultura española, donde en el año 1957, cuando se detectó la Tristeza, más del 95% de las plantaciones de cítricos se encontraban sobre naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.), que en sus combinaciones con naranjo dulce, manda-

rino o pomelo es sensible a esta enfermedad de origen vírico. Solamente en áreas valencianas muy restringidas se utilizaban tradicionalmente el mandarino común (*Citrus deliciosa* Ten.) y el naranjo dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), patrones tolerantes a Tristeza, pero extremadamente sensibles a *Phytophthora*, con lo que su adaptación a otras zonas tenía graves limitaciones (Forner, 1996).

Se llegó a esta situación debido a que el naranjo amargo reunía una serie de ventajas que lo convierten en el más adecuado para la mayor parte de los suelos de las zonas citrícolas españolas. Entre ellas cabe destacar su buen comportamiento en terrenos con elevados contenidos en caliza activa, tolerancia a la salinidad, buena adaptación a terrenos pesados, vigor moderado, buena productividad, buena calidad de los frutos y resistencia a *Phytophthora*, *Armillaria*, *Exocortis* y *Xiloporosis* (Forner, 1985).

La situación creada obligó a buscar en otras zonas citrícolas del mundo, de características similares a las españolas, los patrones que allí se utilizaban y que pudieran ser tolerantes a Tristeza. De esta manera se importaron a finales de los años 60 semillas de mandarino

Figura 1.- Relación entre Carbonatos totales (5 p/p) y Caliza activa (% p/p) en los suelos analizados.



□ (1) IRTA/Estació Experimental de l' Ebre. Cra. Balada s/n. Apt. 203. 43870 Amposta (Tarragona).

(2) S.C.C.L. Exportadora d' Agris. Carretera Nova, 77. 43530 Alcanar (Tarragona).

(3) Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Cra. Moncada-Náquera. 46113 Moncada (Valencia).

Tabla 1.- Determinaciones realizadas en los suelos de las parcelas estudiadas.

Profundidad A (10-15 cm)						Profundidad B (30-40 cm)					
Textura (USDA)	CE a 25°C extr. 1.5 (dS/m)	Materia orgánica (% p/p)	CIC (meq/100g)	Carbonatos totales (% p/p)	Caliza activa (% p/p)	Textura (USDA)	CE a 25°C extr. 1.5 (dS/m)	Materia orgánica (% p/p)	CIC (meq/100 g)	Carbonatos totales (% p/p)	Caliza activa (% p/p)
F-Ar	0.15	4.10	12.44	27.21	3.78	F-Ar	0.14	2.45	8.30	39.67	5.59
F-Ar	0.18	5.16	13.42	25.40	4.36	F-Ar	0.17	2.17	5.44	47.31	7.24
F-Ar	0.20	3.20	10.17	32.06	8.08	F-Ar	0.18	2.76	12.36	40.65	6.93
F-Ar	0.15	2.05	10.40	33.98	5.36	F-Ar	0.15	0.84	8.20	36.24	7.93
F-Ar	0.16	1.98	5.16	29.46	8.47	F-Ar	0.15	0.84	8.20	66.61	15.74
F-Ar	0.15	1.65	5.12	46.89	9.23	F-Ar	0.13	1.75	7.08	25.55	4.01
F	0.19	3.53	12.46	43.19	11.04	F-Ar	0.16	0.82	4.08	36.50	9.25
F	0.14	1.19	12.72	25.97	4.67	F	0.14	1.22	11.50	40.17	8.39
F	0.13	1.57	12.10	36.98	7.58	F	0.12	1.45	11.48	23.56	4.09
F-Ar	0.19	2.45	9.01	18.27	4.67	F-Ar	0.13	0.75	3.52	40.74	9.89
F	0.16	4.01	16.86	20.35	3.24	F	0.17	3.63	14.16	6.04	1.21
F-Ar	0.16	2.07	6.32	38.52	9.31	F-Ar	0.17	1.94	6.16	26.43	5.74
F-Ag	0.19	4.58	29.01	5.16	<1	F-Ag	0.17	3.05	26.96	40.49	7.39
F	0.14	1.58	9.32	25.99	6.20	F	0.15	1.61	8.76	41.08	15.48
F-Ar	0.30	2.51	8.68	48.44	10.67	F	0.18	3.38	12.12	35.62	9.41
F	0.18	1.83	5.12	29.20	15.65	F	0.14	0.96	4.90	23.30	5.82
F	0.15	4.14	16.26	27.70	6.43	F	0.16	3.12	13.34	6.33	<1
F-Ar	0.16	1.98	4.46	19.02	3.78	F-Ar	0.14	2.08	5.96	47.61	12.52
F	0.18	3.65	15.72	6.68	1.54	F	0.16	3.10	13.42	44.40	14.71
F	0.18	3.40	9.01	35.37	12.67	F	0.16	1.70	5.86	40.87	16.10
F-Ar	0.19	8.96	16.52	32.53	8.85	F-Ar	0.16	2.23	6.98	42.66	15.57
F	0.27	4.82	12.22	27.24	7.16	F	0.16	2.10	6.48	35.85	6.17
F-Ar	0.24	3.54	7.90	38.69	10.29	F	0.20	1.12	4.34	40.10	4.24
F-Ar	0.16	0.73	4.01	34.28	14.38	F-Ar	0.18	0.51	3.98	36.23	5.31
F-Ar	0.14	1.60	5.01	24.74	3.70	F-Ar	0.13	1.36	3.66	41.62	12.26
F	0.19	3.35	13.78	9.59	1.48	F	0.18	4.05	10.02	39.91	7.16
F-Ar	0.14	1.34	5.74	38.39	9.25	F	0.16	0.76	4.84	34.95	5.82
F-Ar	0.12	0.96	5.08	41.30	10.53	Fr-Ar	0.10	0.30	4.36	30.98	4.92
F-Ar	0.18	1.90	6.02	34.15	5.59	F-Ar	0.14	0.74	3.76	34.65	5.26
Ar-F	0.21	1.05	3.84	30.29	4.24	F-Ar	0.14	0.52	2.70	26.84	5.51
Ar-F	0.13	1.01	2.54	32.79	3.08	F-Ar	0.27	0.51	2.72	43.37	4.44
F-Ar	0.15	4.13	9.76	27.94	5.88	F-Ar	0.13	1.22	4.96	55.68	6.85
F-Ar	0.15	1.37	5.36	37.02	5.36	F-Ar	0.12	0.60	2.46	23.25	5.16
F-Ar	0.14	0.78	3.34	40.85	6.70	Ar-F	0.14	0.25	1.65	31.23	6.58
F	0.12	0.49	8.96	23.71	6.05	F	0.13	1.26	8.16	12.91	3.86
F	0.16	1.43	5.36	31.03	6.03	F	0.14	1.75	6.08	35.94	5.36
F	0.20	3.65	15.42	45.86	5.59	F	0.18	2.88	10.20	39.61	12.74
F-Ar	0.16	5.83	13.08	46.07	9.89	F-Ar	0.16	4.17	11.26	41.02	5.13

Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) y de Citrange Troyer, híbrido de naranjo dulce Washington Navel (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.).

La difusión de estos patrones fue muy lenta desde su introducción en los años 60, debido a que ninguno de estos dos patrones presentaba un comportamiento agronómico plenamente satisfactorio en nuestras condiciones. Además, la mayor parte de las variedades que se cultivaban en aquella época estaban contaminadas con enfermedades transmisibles por injerto, concretamente exocortis, a la que son muy sensibles los citrangeros.

En la actualidad los citrangeros Troyer y Carrizo representan aproximadamente el 80% del total de los plantones de cítricos comercializados por los viveros autorizados (Forner, 1996), y aunque tienen algunas limitaciones de uso en ciertas condiciones por presentar sensibilidades específicas (Forner, 1979; Forner y Remolá, 1989), son los que globalmente presentan un comportamiento agronómico más satisfactorio (Forner, 1982).

Uno de los problemas que más frecuentemente presentan los citrangeros Troyer y Carrizo es la clorosis férrica inducida al ser cultivados en suelos calizos, que tan abundantes son en nuestras zonas

citrícolas. Sin embargo, se ha comprobado que el citrange Troyer en nuestro país presenta mayor tolerancia de la que era previsible en un principio (Gonzalez-Sicilia et al., 1973), no habiéndose observado clorosis férrica con niveles inferiores al 25% de carbonatos totales en el suelo (Cooper y Peynado, 1954; Forner, 1979; Wutscher et al., 1970).

La determinación de los parámetros físico-químicos del suelo, y en especial los carbonatos totales y caliza activa, que influyen en la respuesta vegetativa de los citrangeros ha sido el objetivo del presente trabajo. Cabe señalar que, cada vez más, a la hora de

hablar de las características de un determinado patrón, más que referirse a sus características intrínsecas, se prefiere especificar la combinación patrón/variedad concreta, ya que muchas veces la respuesta del patrón depende críticamente de la variedad que tiene injertada. Para ello, en el presente trabajo solamente se ha estudiado el comportamiento del citrange Troyer injertado de Clemenules.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la zona citrícola que comprende el norte de la provincia de Castellón y el sur de la de Tarragona se eligieron 38 parcelas de árboles adultos, en plena producción, de Clemenules sobre citrange Troyer. En cada una de las parcelas se tomaron 2 muestras de suelo, una de ellas a unos 15 cm. de profundidad y la otra a unos 40 cm.

Las 76 muestras se enviaron al Laboratori Agrari del Departament d'Agricultura de la Generalitat de Catalunya, donde se determinaron la Textura USDA, la Conductividad Eléctrica del extracto 1:5 (dS/m), la materia orgánica (% peso/peso), Capacidad de Intercambio catiónico (miliequivalentes por 100 gramos), carbonatos totales y caliza activa (% peso/peso).

Se procedió a determinar la ecuación de regresión entre los carbonatos totales y caliza activa de todas las muestras analizadas para estudiar con qué nivel de precisión pueden relacionarse ambos parámetros.

Para determinar la respuesta vegetativa de los citranges, y antes de disponer de los resultados de los análisis, para evitar cualquier predisposición en un sentido u otro, se procedió a asignar por 3 evaluadores distintos un valor entre 1 y 4 según el nivel de clorosis férrica observado (de 1= sin

síntomas a 4=muy afectados de clorosis).

Para los 2 parámetros que en principio más influencia tienen en la aparición de la clorosis férrica (carbonatos totales y caliza activa), y para cada una de las 2 profundidades, se han ajustado las ecuaciones de regresión que mejor explican la variación de los síntomas de clorosis en función de los contenidos en suelo de aquellos parámetros. Se han ajustado las ecuaciones lineal, cuadrática, cúbica y la exponencial, determinándose en cada caso su coeficiente de determinación (R2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de los suelos procedentes de las 38 parcelas de Clemenules sobre citrange Troyer a 2 profundidades distintas se presentan en la Tabla 1.

La textura predominante de todos ellos es la franco-arenosa, que suele ser la más adecuada para el cultivo de los cítricos. La Conductividad Eléctrica (CE) se encuentra en valores que pueden

considerarse muy bajos (el máximo obtenido ha sido 0.30 dS/m), y por tanto, la salinidad no es una característica limitante para el cultivo. Los contenidos en materia orgánica, sobre todo en la muestra más superficial son, en general, elevados debido a que en estas zonas todavía es frecuente estercolar abundantemente. Evidentemente, los mayores contenidos en materia orgánica junto con las texturas más finas son los que proporcionan los mayores valores de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), lo que significa que en estas condiciones la fertilidad del suelo es mayor.

El contenido en carbonatos totales osciló de 5.16 a 48.4 (% p/p) en la capa más superficial del suelo, y de 6.04 a 66.6 (% p/p) en la capa más profunda. Esta circunstancia se debe a que en gran parte de la zona citrícola estudiada existe a poca profundidad un horizonte petrocálcico que, más o menos roto en las transformaciones de las fincas para realizar las plantaciones de cítricos, es el que da lugar a los valores de carbonatos más elevados en profundidad.

Tabla 2.- Relación entre los contenidos en suelo de Carbonatos totales (% p/p) y Caliza activa (p/p) y los síntomas visuales de clorosis (escala 1-4) en los árboles.

Ecuaciones de regresión		
Carbonatos totales (% p/p) a 15 cm de profundidad vs. síntomas visuales de clorosis		
exponencial	$y = 1.3128 e^{0.0134x}$	$R^2 = 0.0855$
lineal	$y = 0.0334 x + 1.1791$	$R^2 = 0.1153$
cuadrática	$y = 0.0017 x^2 - 0.0528 x + 2.0482$	$R^2 = 0.1621$
cúbica	$y = 0.0001 x^3 - 0.0085 x^2 + 0.173 x + 0.8471$	$R^2 = 0.1876$
Caliza activa (% p/p) a 15 cm de profundidad vs. síntomas visuales de clorosis		
exponencial	$y = 1.4587 e^{0.0469 x}$	$R^2 = 0.1264$
lineal	$y = 0.1234 x + 1.3648$	$R^2 = 0.1919$
cuadrática	$y = 0.0154 x^2 - 0.1055 x + 2.0369$	$R^2 = 0.2560$
cúbica	$y = -3.10^{-5} x^3 + 0.0033 x^2 - 0.0567 x + 1.6047$	$R^2 = 0.3599$
Carbonatos totales (% p/p) a 40 cm de profundidad vs. síntomas visuales de clorosis		
exponencial	$y = 1.0884 e^{0.0202 x}$	$R^2 = 0.3734$
lineal	$y = 0.0440 x + 0.8510$	$R^2 = 0.3420$
cuadrática	$y = 9.10^{-5} x^2 + 0.0378 x + 0.9388$	$R^2 = 0.3427$
cúbica	$y = -3.10^{-5} x^3 + 0.0033 x^2 - 0.0567 x + 1.6047$	$R^2 = 0.3599$
Caliza activa (% p/p) a 40 cm de profundidad vs. síntomas visuales de clorosis		
exponencial	$y = 1.0905 e^{0.0469 x}$	$R^2 = 0.4410$
lineal	$y = 0.02035 x + 0.7596$	$R^2 = 0.5411$
cuadrática	$y = 0.0092 x^2 + 0.0544 x + 1.2471$	$R^2 = 0.5639$
cúbica	$y = -0.0015 x^3 + 0.0450 x^2 - 0.1811 x + 1.6437$	$R^2 = 0.5756$



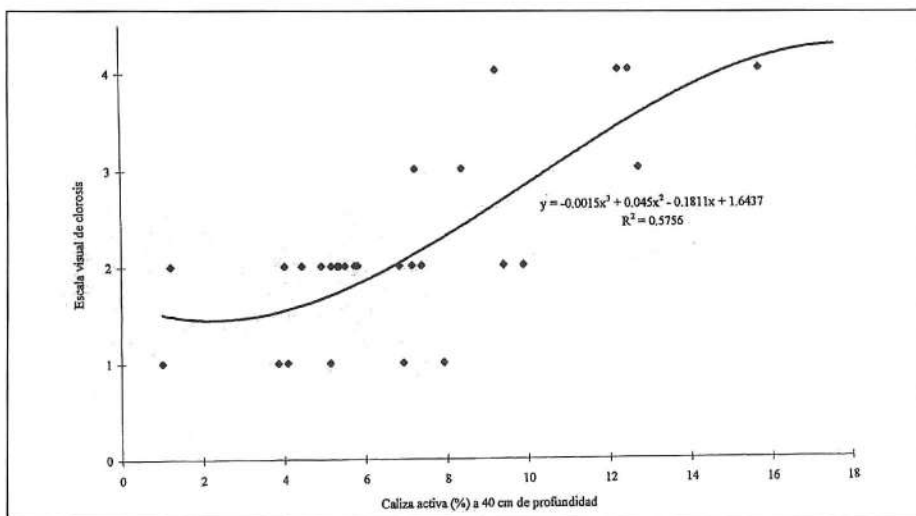
La relación entre carbonatos totales y caliza activa es muy estrecha ( $R^2 = 0.717$ ) en esta zona citrícola, y su ecuación de regresión se representa en la Figura 1. De todas maneras, cabe destacar que la función obtenida se trata de una potencial con exponente ligeramente superior a 1, lo que indica que para valores grandes de carbonatos, los problemas de caliza activa pueden aumentar más rápidamente de lo esperado si solo considerásemos los carbonatos, aunque la dispersión de los puntos es superior para estos valores altos, y por tanto es posible obtener valores de caliza activa más dispares que para valores bajos de carbonatos.

Se han estudiado las ecuaciones de regresión que pudieran predecir los síntomas visuales de clorosis a partir de los contenidos en carbonatos totales o caliza activa a las dos profundidades muestreadas (Tabla 2). El parámetro que mejor coeficiente de determinación presenta frente a los síntomas de clorosis es el contenido en caliza activa a 40 cm de profundidad, y el tipo de ecuación que ofrece un mejor ajuste es la ecuación de tercer grado, representada gráficamente en la Figura 2.

Los contenidos a 40 cm. son los que determinan la respuesta del árbol, debido que es a esa profundidad donde se localizan la mayor parte de las raíces absorbentes del árbol, y por tanto donde puede haber problemas de exceso de caliza.

En cierto modo es bastante lógico que sea la ecuación cúbica la que ofrezca un mejor ajuste, ya que la respuesta de los citrangeros a niveles bajos de caliza del suelo es buena, y la vegetación es normal; a partir de ciertos niveles se produce un incremento de los problemas de clorosis, problemas que se saturan

Figura 2.- Influencia del contenido en Caliza activa (% p/p) del suelo en los síntomas visuales de clorosis observados en los árboles de las parcelas estudiadas.



a partir de niveles ya muy elevados. Esta es la típica curva en forma de sigmoide que refleja el comportamiento de muchos fenómenos biológicos de saturación de respuesta.

En la Figura 2 se observa que hasta valores alrededor del 5-6% de caliza activa nunca se producen problemas de clorosis en los citrangeros. Entre 7-9% comienzan a producirse problemas de clorosis, catalogados como bastante graves en la escala visual. A partir del 9%, los problemas ya se consideran graves, y por tanto en suelos con contenidos en caliza activa superior al 9% debería pensarse en algún patrón alternativo, ya que las clorosis por exceso de caliza son prácticamente seguros.

## BIBLIOGRAFÍA

COOPER, W.C. AND PEYNADO, A. 1954. Screening citrus rootstock seedling for tolerance to calcareous soils. Rio Farns, Inc. A self-Endowed Institution of Applied Agriculture, 4: 110-115.

FORNER, J.B. 1979. Los patrones de agrios en España. Comunicaciones I.N.I.A. Serie: Producción Vegetal, 24.

FORNER, J.B. 1982. Problemática actual de los patrones de agrios en España:

Perspectivas futuras. Información Agraria. Publicación de la Conselleria de Agricultura del País Valenciano, 6-7: 1-6.

FORNER, J.B. 1985. Características de los patrones de agrios tolerantes a Tristeza. S.T.T.A. Conselleria d'Agricultura y Pesca. Generalitat Valenciana. 20 pp.

FORNER, J.B. 1996. Perspectivas en la utilización de patrones en citricultura. II Congreso de Citricultura de la Plana: 29-41. I.S.B.N. 84-89032-04-01.

FORNER, J.B. Y REMOLÍ, V. 1989. Comportamiento de patrones de agrios frente a plagas y enfermedades. Fruticultura Profesional, 23: 20-27.

GONZALEZ-SICILIA, E.; SANCHEZ-CAPUCHINO, J.A.; MANTEIGA, M. Y GUARDIOLA, J.L. 1973. Comportamiento de patrones tolerantes a tristeza en España. Proc. I Congr. Mund. Citricultura, II: 121-125.

WUTSCHER, H.K.; OLSON, E.O.; SHULLO, A.V. AND PEYNADO, A. 1970. Leaf nutrient levels, chlorosis, and growth of young grapefruit trees on 16 rootstocks grown on calcareous soil. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 95: 259-261.